
1. Caracterização da Unidade Curricular

1.1 Designação

[3684] Betão Estrutural I / Structural Concrete I

1.2 Sigla da área científica em que se insere

EC

1.3 Duração

Unidade Curricular Semestral

1.4 Horas de trabalho

108h 00m

1.5 Horas de contacto

Total: 67h 30m das quais T: 22h 30m | TP: 45h 00m

1.6 ECTS

5.5

1.7 Observações

Unidade Curricular Obrigatória

2. Docente responsável

[1468] Luís Manuel Faria da Rocha Evangelista

3. Docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular

[1468] Luís Manuel Faria da Rocha Evangelista | Horas Previstas: 67.5 horas
[1584] Luciano Alberto do Carmo Jacinto | Horas Previstas: 67.5 horas

4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes)

O1. Identificação de estados limites a considerar no projecto de estruturas de betão armado correntes.

O2. Realização do dimensionamento e verificações de segurança de secções de peças de estruturas de betão armado correntes, em relação aos estados limites últimos (esforços normais e/ou de flexão, esforços transversos, esforços de torção).

O3. Análise de efeitos de 2ª ordem em pilares.

O4. Realização do dimensionamento e verificações de segurança de secções de peças de estruturas de betão armado correntes, em relação ao estado limite de largura de fendas e ao estado limite de deformação.

O5. Aplicação das disposições regulamentares relativas ao controlo indirecto da fendilhação e deformação de peças de estruturas de betão armado correntes.

O6. Projecto de vigas isostáticas e pilares correntes.



**4. Intended learning outcomes
(knowledge, skills and
competences to be developed
by the students)**

- O1. To define the limit states to be adopted in the design of common reinforced concrete structures.
- O2. To perform the design and safety checking of reinforced concrete sections regarding ultimate limit states (bending with or without axial force, shear and torsion).
- O3. Analysis of second order effects in columns.
- O4. To perform the design and safety checking of common reinforced concrete members, regarding the limit states of cracking and deformation limitation.
- O5. To apply the code provisions concerning the indirect control of cracking and deformation in members of common reinforced concrete structures.
- O6. Design of common columns and isostatic beams.

5. Conteúdos programáticos

- CP1.O betão armado.
- CP2.Os materiais do betão armado e as suas propriedades.
- CP3.Acções e segurança.
- CP4.Dimensionamento e verificação de segurança em relação aos estados limites últimos de resistência aos esforços normais e/ou de flexão.
- CP5.Dimensionamento e verificação de segurança em relação ao estado limite último de resistência ao esforço transversal.
- CP6.Dimensionamento e verificação de segurança em relação ao estado limite último de resistência à torção, envolvendo, ou não, esforço transversal.
- CP7.Verificação de segurança em relação ao estado limite último de encurvadura.
- CP8.Disposições gerais relativas a armaduras ordinárias.
- CP9.Disposições de projecto e construtivas relativas a vigas.
- CP10.Disposições de projecto e construtivas relativas a pilares; Dimensionamento e pormenorização de pilares.
- CP11.Fendilhação. Verificação de segurança em relação ao estado limite de largura de fendas.
- CP12.Deformação. Verificação de segurança em relação ao estado limite de deformação.



5. Syllabus

- S1. Historical notes on the use of reinforced concrete.
- S2. Materials and their properties.
- S3. Safety and actions.
- S4. Design and safety checking regarding ultimate limit states involving bending with or without axial force.
- S5. Design and safety checking regarding ultimate limit states involving shear.
- S6. Design and safety checking regarding ultimate limit states involving torsion, with or without shear.
- S7. Safety checking regarding the ultimate limit state involving buckling.
- S8. General prescriptions about reinforcement.
- S9. General prescriptions and detailing rules for beams.
- S10. General prescriptions and detailing rules for columns.
- S11. Cracking. Safety checking regarding the limit state of crack width limitation.
- S12. Deformation. Safety checking regarding the limit state of deformation limitation.

6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

- O conteúdo programático CP1 tem um objectivo de contribuir para a cultura geral e enquadrar os restantes
- objectivos e conteúdos programáticos na lógica implícita no plano de estudos.
- Os conteúdos programáticos CP2 e CP3 permitem atingir o objectivo O1.
- Os conteúdos programáticos CP2, CP3, CP4, CP5 e CP6 permitem atingir o objectivo O2.
- Os conteúdos programáticos CP2, CP3 e CP 7 permitem atingir o objectivo O3.
- Os conteúdos programáticos CP11 e 12 permitem atingir os objectivos O4 e O5.
- Os conteúdos programáticos CP2 a CP12 permitem atingir o objectivo O6.

6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes

The CP1 syllabus aims to contribute to general culture and frame the remaining objectives and programmatic contents in the logic implicit in the study plan.

The CP2 and CP3 syllabus allow achieving objective O1.

The syllabus CP2, CP3, CP4, CP5 and CP6 allow achieving objective O2.

The CP2, CP3 and CP 7 syllabus allow achieving objective O3.

The CP11 and 12 syllabus allow achieving objectives O4 and O5.

The syllabus CP2 to CP12 allow achieving objective O6.

7. Metodologias de ensino (avaliação incluída)

A leccionação da UC é realizada através de aulas teóricas e teórico-práticas. Os elementos básicos de apoio aos alunos são os apontamentos e um caderno de exercícios com problemas de diversos graus de complexidade. Nas aulas teóricas são apresentadas as teorias subjacentes à análise de secções, sujeitas a diversos conjuntos de esforços.

As aulas teórico-práticas consistem na resolução de problemas. É explicada a aplicação dos princípios teóricos nas diversas fases de cálculo. São também analisadas situações de cálculo não correntes, indicando-se as metodologias a considerar para permitir a utilização dos princípios teóricos gerais.

Avaliação distribuída com exame final:

A avaliação de conhecimentos será efetuada através de 2 testes escritos (TE1 e TE2) realizados durante o período letivo ou através de um exame final (EF).

A classificação final (CF \geq 9,50) é obtida por:

$CF = 0,5 \cdot TE1 + 0,5 \cdot TE2$, com nota mínima de 8,00 para TE1 e TE2 ou

$CF = EF$

Não haverá exames parciais.

**7. Teaching methodologies
(including assessment)**

The course teaching is done through T and TP classes.

The course teaching staff provides every year texts in support to the T and TP classes. Additionally, a workbook of practical problems is provided to the students.

In T classes the theories underlying the analysis of sections subjected to several conditions is presented.

The TP classes consist in solving problems with the tutoring of the lecturers. The practical application of theoretical principles is explained in detail, for the several steps involved in the computations.

Distributed assessment with final exam:

Knowledge assessment will be carried out through 2 written tests (WT1 and WT2) carried out during the academic period or through a final exam (FE).

The final classification ($FC \geq 9.50$) is obtained by:

$FC = 0.5 \cdot WT1 + 0.5 \cdot WT2$, with a minimum grade of 8.00 for WT1 and WT2 or

$FC = FE$

There will be no partial exams.

**8. Demonstração da coerência
das metodologias de ensino
com os objetivos de
aprendizagem da unidade
curricular**

Os objectivos da aprendizagem são alcançados mediante um planeamento cuidado da forma como os conhecimentos transmitidos nas aulas teóricas são transpostos para as aplicações práticas.

Por um lado, os problemas propostos no caderno de exercícios de apoio aos estudantes (que contém também a solução para alguns exercícios) foi elaborado numa óptica que permite aos estudantes mais interessados encontrar problemas de dificuldade mais elevada, potenciando o estudo/pesquisa de tópicos mais avançados.

Por outro lado, a sequência de problemas propostos nas aulas teórico-práticas é organizada de forma a permitir a aplicação dos conhecimentos teóricos de forma gradual e com dificuldade crescente, esperando-se que os estudantes adquiram através destes pequenos passos as competências consideradas necessárias.

Os problemas propostos nas aulas teórico-práticas são do seguinte tipo (+ = dificuldade baixa; ++ = dificuldade média; +++ = dificuldade elevada):

CP3

1 problema para obtenção de esforços de cálculo em vigas isostáticas dadas as acções (+); 1 problema em que dados os esforços para cada acção se devem obter os esforços de cálculo (+);

CP4

1 problema de flexão simples em secções rectangulares (+);

2 problemas sobre flexão simples em secções T, U ou I (+);

1 problema sobre flexão simples em secções de largura variável (++);

1 problema sobre flexão composta (+);



1 problema sobre flexão composta desviada (++);

1 problema sobre flexão simples sem plastificação das armaduras (+++). Neste problema refere-se a utilidade das armaduras de compressão.

Nos casos em que tal faz sentido é efectuada a verificação das disposições construtivas e a pormenorização das armaduras.

CP5

1 problema relativo a secções rectangulares (+);

1 problema relativo a secções U, duplo T ou secções com vazamentos (++);

É efectuada a verificação das disposições construtivas e a pormenorização das armaduras.

CP6

1 problema tratando a interacção esforço transversal-momento torsor (+);

1 problema envolvendo a existência simultânea de momento flector, esforço transversal e momento torsor, em que são dimensionadas todas as armaduras necessárias, verificadas as disposições construtivas e realizada a pormenorização de todas as armaduras da secção (+++).

CP7

1 problema para verificar a necessidade de considerar os efeitos de 2ª ordem (+);

1 problema em que, não sendo dispensada a verificação dos efeitos de 2ª ordem, estes são contabilizados pelos métodos previstos (rigidez nominal e curvatura nominal) (+++).

CP8, CP9 e CP10

Estes conteúdos são aplicados sistematicamente nos problemas relativos aos CP 4, 5, 6 e 7.

CP 11 e CP12

Para cada um destes conteúdos é efectuada:

1 problema relativo à aplicação das disposições que dispensam o cálculo explícito (+);

1 problema em que o cálculo explícito é efectuada (++)

8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes

Learning objectives are achieved through careful planning of the way in which the knowledge transmitted in theoretical classes is transposed into practical applications.

On the one hand, the problems proposed in the student support exercise book (which also contains the solution to some exercises) were prepared from a perspective that allows more interested students to find problems of greater difficulty, enhancing the study/research of more complex topics. advanced.

On the other hand, the sequence of problems proposed in the theoretical-practical classes is organized in such a way as to allow the application of theoretical knowledge gradually and with increasing difficulty, with the expectation that students acquire through these small steps the skills considered necessary.



The problems proposed in the theoretical-practical classes are of the following type (+ = low difficulty; ++ = medium difficulty; +++ = high difficulty):

CP3

1 problem to obtain calculation efforts in isostatic beams given the actions (+); 1 problem in which, given the efforts for each action, the calculation efforts (+) must be obtained;

CP4

1 simple bending problem in rectangular sections (+);

2 problems on simple bending in T, U or I (+) sections;

1 problem on simple bending in sections of variable width (++);

1 problem on compound flexion (+);

1 problem on deviated compound flexion (++);

1 problem on simple bending without plasticization of reinforcement (+++). This problem refers to the usefulness of compression reinforcement.

In cases where this makes sense, the construction provisions and reinforcement details are checked.

CP5

1 problem relating to rectangular sections (+);

1 problem relating to U sections, double T sections or sections with leaks (++);

The construction provisions and reinforcement details are checked.

CP6

1 problem dealing with the transverse effort-torsional moment interaction (+);

1 problem involving the simultaneous existence of bending moment, transverse force and torsional moment, in which all necessary reinforcements are designed, the construction arrangements are verified and the detailing of all reinforcements in the section (+++) is carried out.

CP7

1 problem to verify the need to consider 2nd order effects (+);

1 problem in which, although the verification of 2nd order effects is not dispensed with, these are accounted for using the methods provided (nominal stiffness and nominal curvature) (+++).

CP8, CP9 and CP10

These contents are systematically applied to problems relating to CP 4, 5, 6 and 7.

CP 11 and CP12

For each of these contents, the following is carried out:

1 problem relating to the application of provisions that do not require explicit calculation (+);

1 problem in which explicit calculation is performed (++)



9. Bibliografia de

consulta/existência obrigatória

1. Apontamentos da unidade curricular (baseados nos Eurocódigos) ?
Corpo docente (actualização contínua).

2. NP EN 1990: 2009 ? ?Eurocódigo ? Bases para o projecto de estruturas?,
2009.

3. NP EN 1992-1-1: 2010 ? ?Eurocódigo 2 ? Projecto de estruturas de
betão, Parte 1-1; regras gerais e para edifícios?, 2010.

4. European Concrete Platform ??Eurocode 2 Commentary?, revision A,
2017. Available online

5. Mosley, B.; Bungey, J. and Hulse, R ? ?Reinforced Concrete Design: to
Eurocode 2?, 7th edition, Palgrave, 2012.

10. Data de aprovação em CTC 2024-07-17

11. Data de aprovação em CP 2024-06-26